

Ac

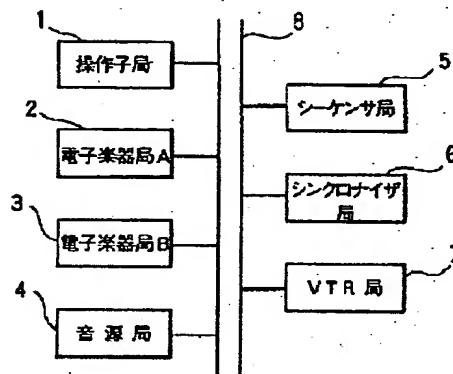
## REAL-TIME COMMUNICATIONS BUS TYPE LAN

Patent number: JP6252928  
 Publication date: 1994-09-09  
 Inventor: TSURUMI KANEHISA; ABE TATSUTOSHI  
 Applicant: YAMAHA CORP  
 Classification:  
 - international: G10H1/00; H04L12/40; G10H1/00; H04L12/40; (IPC1-7); H04L12/40; G10H1/00  
 - european:  
 Application number: JP19930064764 19930301  
 Priority number(s): JP19930064764 19930301

Report a data error here

## Abstract of JP6252928

**PURPOSE:** To provide a real-time communications bus type LAN which is useful to application of electronic musical instruments and can secure the reliability of real-time transmission without deteriorating the transmission efficiency by applying the different transmission systems in response to the priority of data. **CONSTITUTION:** A real-time communications bus type LAN is provided with an actuator station 1, the electronic musical instrument stations A 2 and B 3, a sound source station 4, a sequencer station 5, a synchronizer station 6, a means which detects the priority of data to be transmitted by plural transmission devices of a VTR station 7, a means confirms non-use of a bus 8 when the detected priority of data is higher than a prescribed level and immediately transmit the data in preamble length accordant with the priority, and a means which transmits the data after confirmation of non-use of the bus 8 and after a wait time secured according to the priority if the detected priority is lower than the prescribed level. The musical performance data are transmitted in higher priority, and the background data and the bulk data are transmitted in lower priority respectively. Then the synchronizing clocks requiring high accuracy are transmitted as the data of higher priority with which stricter priority control is possible.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-252928

(43)公開日 平成6年(1994)9月9日

(51)Int.Cl.<sup>8</sup>

H 04 L 12/40

G 10 H 1/00

識別記号

序内整理番号

F I

技術表示箇所

Z 8622-5H

7341-5K

H 04 L 11/ 00

3 2 0

審査請求 未請求 請求項の数3 FD (全9頁)

(21)出願番号

特願平5-64764

(22)出願日

平成5年(1993)3月1日

(71)出願人 000004075

ヤマハ株式会社

静岡県浜松市中沢町10番1号

(72)発明者 鶴見 兼久

静岡県浜松市中沢町10番1号 ヤマハ株式  
会社内

(72)発明者 阿部 達利

静岡県浜松市中沢町10番1号 ヤマハ株式  
会社内

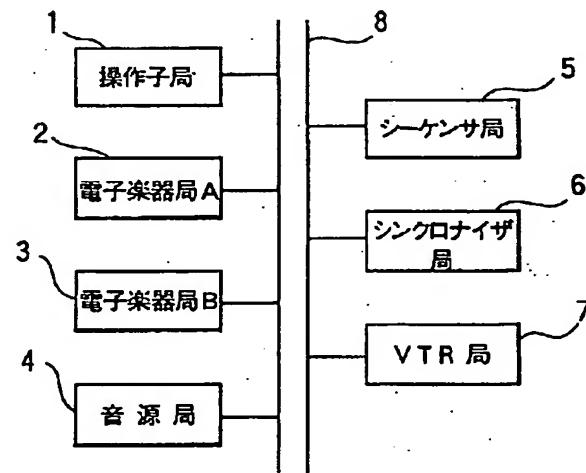
(74)代理人 弁理士 伊丹 勝

(54)【発明の名称】 リアルタイム通信用バス型LAN

(57)【要約】

【目的】 データの優先度に応じて異なる送信方式を採用することにより、伝送効率の低下をもたらすことなくリアルタイム伝送の信頼性を確保した、電子楽器応用として有用なリアルタイム通信用LANを提供することを目的とする。

【構成】 複数の伝送装置が共有するバスに接続され、キャリアセンスしてバス未使用を確認してから送信を行うリアルタイム通信用バス型LANであって、前記複数の伝送装置は、送信すべきデータの優先度を検出する手段と、前記優先度が所定値以上であった場合はバスの未使用を確認した後、直ちにかつ優先度に応じたブリアンブル長でデータを送信する手段と、前記優先度が所定値未満であった場合はバスの未使用を確認した後、優先度に応じて待ち時間をとった後にデータを送信する手段とを備えた。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の伝送装置が共有するバスに接続され、キャリアセンスしてバス未使用を確認してから送信を行うリアルタイム通信用バス型LANであって、前記複数の伝送装置は、

送信すべきデータの優先度を検出する手段と、  
前記優先度が所定値以上であった場合は、バスの未使用を確認した後、直ちにかつ優先度に応じたブリアンブル長でデータを送信する手段と、  
前記優先度が所定値未満であった場合は、バスの未使用を確認した後、優先度に応じて待ち時間をとった後にデータを送信する手段と、  
を有することを特徴とするリアルタイム通信用バス型LAN。

【請求項2】 前記伝送装置は、ブリアンブル長とフレーム長の総和を一定に保つことを特徴とする請求項1記載のリアルタイム通信用バス型LAN。

【請求項3】 前記伝送装置は、衝突検出の度にリニアにバックオフのウインドウ幅を大きくすることを特徴とする請求項1記載のリアルタイム通信用バス型LAN。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、電子楽器間の通信を始めとするリアルタイム用途に適したリアルタイム通信用バス型LANに関する。

## 【0002】

【従来の技術】 コンテンション方式のバス型LANとして広く知られている基本技術に、CSMA (Carrier Sense Multiple Access) 方式がある。これは、各ノードがキャリアセンスを行って、バスが未使用であることを確認してから送信を開始する方式である。キャリアセンス時のアクセス待ちの方式としては、次の3つがある。

## · 1-persistent

バスが空くのを待ち、バスが空けば直ちに送信する。Ethernetはこの方式である。

## · p-persistent

バスが空くのを待ち、バスが空いた後、ランダムな時間pだけ待って送信を開始する。最適化したpを選ぶことにより、スループット80%程度になるといわれている。

## · non-persistent

バスが空くのを待たず、バスが使用中である場合、即衝突と見なしてバックオフさせる。

【0003】 CSMA方式において、パケット受信側が即座に応答信号ACKを返すことにより、伝送の正否を検出するようにしたのが、即応ACK方式である。CSMA方式の送信側に衝突検出機構を採用することでスループット向上を図った方が、CSMA/CD (CSMA with Collision Detection) である。送信ノー

ドは、衝突があれば速やかに送信を停止してジャムパターンを出して、衝突を他のノードに伝える。これにより90%以上のスループットが可能であるといわれている。

【0004】 電子楽器用LANを構成する場合、異なる性質の複数種のデータが共存できることが必要である。この場合考えられるデータには次のようなものがある。

## (1) 同期用クロック

MIDIクロックと絶対時間を示すSMPTEの二つがある。例えばテンボは1/480音符(テンボ120で4ms程度)、SMPTEは1/4フレーム(30フレーム/sで8.3ms程度)である。遅延に対する要求は最も厳しいが、一定間隔で発生するため極めて疎であり、低負荷である。また、MIDIクロック等では長いデータ長を必要としないが、リアルタイム性が要求される。

## (2) 演奏データ

非同期に発生する。実際の演奏データの他に、ミキサ等の機器のリアルタイムコントロールデータもある。全体としてみると比較的疎であるが、シーケンサ等の場合は局所的に高負荷となる。

## (3) バックグラウンドデータ

メンテナンス情報、セットアップ情報等の非同期に発生する低優先度データ。MIDI (Musical Instrument Digital Interface) のアクティブセンスに相当するもの、機器の状態をモニタ画面上に表示させるための情報、その他ヒューマンI/Fに関する情報、バックグラウンドの問合わせ/応答、等がある。これらの情報はリアルタイム性を要求されない。

## (4) パルクデータ

サンプルデータ等の大規模データ。利用者の指示で伝送されるもので、演奏中は通常伝送しない。

【0005】 これらの各種データを考えると、優先度制御の導入が必須になる。CSMA方式に対して優先度制御を導入した方式として、代表的には次のようなものがある。

## · Priority Ethernet

これは、優先度に応じてブリアンブル長を変える方式である。高優先度データに対しては長いブリアンブルを用いて、衝突があっても勝ち残るようする。但しブリアンブルの部分については衝突検出はしない。高優先度データの伝送効率は低下するが、高優先度データのパケット同志が衝突しない限り、優先度制御は確実である。

## · PW-CSMA/CD (CSMA/CD with Prioritized Access Waiting)

Acknowledging Ethernetにおいて、キャリアセンスしてキャリアがないことを確認した後、優先度に応じて一定時間送信開始を遅らせる(即ち一定のアクセス待ち時間を与える)方式である。Priority Ethernetと異なり、高優先度データの伝送効率の低下はないが、基本的に低優先度データを流れにくくするだけであって、

確実な優先度制御はできない。

【0006】上述したような各種データを扱うことを考慮すると、電子楽器用LANの方式を考える際に次のような設計基準が必要となる。

(a) リアルタイム伝送ができること

同期用クロック／演奏データの伝送に最適化されていること。このためには、多少バルクデータ等の伝送効率が落ちてもよい。

(b) 伝送遅延が小さいこと

同期用クロック／演奏データの伝送の最適化は、平均的な遅延を小さくするのではなく、飛び抜けて大きな遅延が発生しないようになっていることが必要である。つまり、低負荷での効率を多少犠牲にしても、高負荷時の最大遅延をできるだけ小さくすること、具体的に音楽環境における伝送遅延は、最大でも5ms以内であることが必要と思われる。クロック当たりの最大MIDIイベント数を例えれば17程度とすると、最大5msという伝送遅延を満足させるためには、1イベント当たりの伝送時間は200μs程度(MIDIの5倍以上のイベント伝送速度)が目標となる。

(c) リアルタイム演奏データにはエラーがあってはならない。

同期用クロックは伝送エラーがあっても過去のデータを基に補正することが可能であるが、演奏データは補正が効かない。

(d) 比較的小規模のネットワークであること

接続台数は少なく、通常でも10台程度、最大でも30台程度と考えられる。またある時点で同時にパケットを送信するノードは、最大でも10台程度見込めばよいと思われる。

【0007】特にリアルタイム伝送の信頼性は重要である。コンテンツ方式に限らず、全てのLANでは、いずれかの階層でソフトウェアによるハンドシェイクを行っており、最終的に100%の信頼性を得るためにソフトウェアに頼っている。しかし、電子楽器応用でのリアルタイム伝送においては、MIDIのように1対多のマルチキャスト通信が多用されることが予想され、自局が出力したデータに対する受信局を正確に把握することができない、伝送遅延を満足できない等の理由で、ソフトウェアによるハンドシェイクに頼ることができず、100%の信頼性を得ることはできない。したがって送信側のハードウェアで伝送エラーを検出した場合のみ再送するという形をとることになり、伝送の信頼性はハードウェアにより決定される。このため、衝突検出機能を持つCSMA/CD方式が必須になる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】以上のように、既存の方式を用いて電子楽器用LANを構成することを考えると、PW-CSMA/CD方式では、高優先度データの伝送効率低下はないが優先度制御の確実性が不十分であ

り、Priority Ethernet方式では優先度制御は確実であるが、高優先度データに長いプリアンブルを用いるため高優先度データの伝送効率が低下する、といった問題がある。この発明は、上記した点に鑑みされたもので、データの優先度に応じて異なる送信方式を採用することにより、伝送効率の低下をもたらすことなくリアルタイム伝送の信頼性を確保した、電子楽器応用として有用なリアルタイム通信用LANを提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】この発明は、複数の伝送装置が共有するバスに接続され、キャリアセンスしてバス未使用を確認してから送信を行うリアルタイム通信用バス型LANであって、前記複数の伝送装置が、送信すべきデータの優先度を検出する手段と、前記優先度が所定値以上であった場合は、バスの未使用を確認した後、直ちにかつ優先度に応じたプリアンブル長でデータを送信する手段と、前記優先度が所定値未満であった場合は、バスの未使用を確認した後、優先度に応じて、待ち時間をとった後にデータを送信する手段とを有することを特徴とする。

【0010】

【作用】この発明においては、低優先度に属する複数種のデータを扱う伝送装置は、p-persistent型のPW-CSMA/CD方式による送信制御を行い、高優先度に属する複数種のデータを扱う伝送装置は、1-persistent型のPriority Ethernet方式による送信制御を行う。例えば、電子楽器応用では、演奏データは個数が多く、一時に集中する場合も多い。これに対してメンテナンス情報等のバックグラウンドデータや音色データ等のバルクデータは大量であるが伝送遅延は余り問題とされない。そこで、演奏データのような多量のリアルタイムデータの伝送をバックグラウンドデータやバルクデータに対して優先させるため、演奏データはp-persistent型のPW-CSMA/CD方式の中の高優先度データとして伝送し、バックグラウンドデータやバルクデータはp-persistent型のPW-CSMA/CD方式の中の低優先度データとして伝送する。そして、精度を要するがデータ量がそれほど多くない同期用クロックは、更に厳密な優先度制御ができる高優先度データとして、1-persistent型のPriority Ethernet方式によって伝送する。この様に伝送すべきデータの優先度によって送信制御方式を変更することによって、リアルタイム用途に適した信頼性の高いデータ伝送が可能になる。

【0011】

【実施例】以下、図面を参照しながらこの発明の実施例を説明する。図1は、この発明の一実施例に係るシステム構成である。図に示すように、操作子局1、電子楽器局A2、電子楽器局B3、音源局4、シーケンサ局5、シンクロナイザ局6、VTR局7等がバス(同軸ケーブル

ル) 8に接続される。接続に当たっては、図示しないトランシーバをバス8に取り付け、そこに各局をケーブルで接続する。

【0012】操作子局1は鍵盤等を備え、演奏者の演奏に応じてリアルタイム演奏データを送出する。電子楽器局A2は、演奏用の鍵盤、楽音を合成する楽音合成回路、音色情報等等を設定する操作パネル、シーケンス情報記録再生するシーケンサ等を備え、リアルタイム演奏データ、MIDIクロック、バックグラウンドデータ、バルクデータ等を出し、同じものを受信する。なお、MIDIクロックの送出／受信等は、電子楽器局A2の設定により逐一的選択される。電子楽器局B3は、電子楽器局A2と同一の構成である。但し、シーケンサ等を備えないものであってもよい。

【0013】音源局4は、楽音を合成する楽音合成回路を備え、バックグラウンドデータ、バルクデータ等を出し、リアルタイム演奏データ、バックグラウンドデータ、バルクデータ等を受信する。シーケンサ局5は、演奏等のシーケンス情報を記録再生するシーケンサを備え、リアルタイム演奏データ、MIDIクロックを出し、同じものを受信する。シンクロナイザ局6は、MIDI機器とVTR等の同期をとるため、MIDIクロック、SMPTEを出し、SMPTEを受信する。以上において、SMPTE、MIDIクロック、リアルタイム演奏データはリアルタイムデータであり、バックグラウンドデータ、バルクデータはノンリアルタイムデータである。

【0014】図2は、図1における電子楽器局A2の内部ブロック図である。破線の下部が電子楽器局A2を示している。バス8上を流れるデータは、トランシーバ81によって取り出され、通信インターフェイス21に与えられる。CPU22は、ROM23に記憶された制御プログラムに従い、RAM24を一時記憶メモリとして使いながら、鍵盤部25、パネル部26、楽音合成回路27を制御する。演奏者が鍵を操作すると、鍵スイッチ25aがオン／オフされ、鍵盤インターフェイス25bがその状態を検出すると、CPU22に対して割込み信号を発生させる。同じくパネルスイッチ26aが操作された場合は、パネルインターフェイス26bにより割込み信号が発生される。CPU22は、各割込み信号を受け付けた場合、それに続く情報を元に、電子楽器の状態を変更したり、楽音合成回路27に楽音発生開始／終了の指示をしたりする。

【0015】CPU22は以上の他に、ROM23に記憶されたプログラムを元に、シーケンサとしての動作を行う。シーケンステータの記録時には、鍵盤25のリアルタイム演奏、パネル26からのステップ打ち込み、通信インターフェイス21からのリアルタイム演奏データが、シーケンステータとしてRAM24に書き込まれる。シーケンステータの再生時には、RAM24に記憶

されたデータが、リアルタイム演奏データとして楽音合成回路27或いは通信インターフェイス21に出力される。また、電子楽器局A2がMIDIクロックを送信する設定になっている場合は、CPU22によって計測された時間毎に通信インターフェイス21を通じてMIDIクロックを送信し、MIDIクロックを受信する設定になっている場合は、通信インターフェイス21を通じて受信したMIDIクロックを元に、電子楽器内部のシーケンサのテンボ等を制御する。

【0016】楽音合成回路27は、CPU22からの指示に応じて楽音信号を形成し、サウンドシステム28を通じてスピーカ29から楽音を放音する。通信インターフェイス21は、トランシーバ81が信号を受け付けた際、電気的復調を行い、パケットを復号してデータの宛先を調べ、それが自局宛て或いは一齊同報のデータであれば伝送誤りをチェックし、CPU22にデータを渡す。データが自局宛でなかった場合は、そのデータは無視する。CPU22からデータを送出する場合は、後述するようにそのデータの優先順位に応じた方法でパケットを生成し、それを電気的に変調して、トランシーバ81に出力する。

【0017】図3は、図1におけるシーケンサ局5の内部ブロック図である。破線の下部がシーケンサ局5を示す。バス8上を流れるデータは、トランシーバ82によって取り出され、通信インターフェイス51に与えられる。CPU52は、ROM53に記憶されたシーケンサ制御プログラムに従い、RAM54を一時記憶メモリおよびシーケンステータメモリとして使いつつ、パネル部55の操作に応じてシーケンサ動作を制御する。パネルスイッチ55aが操作された場合は、パネルインターフェイス55bにより割込み信号が発生される。CPU52は割込み信号を受け付けた場合に、それに続く情報を元に、シーケンサの動作状態を変更する。

【0018】シーケンサ局5がMIDIクロックを送信する設定になっている場合は、CPU52によって計測された時間毎に通信インターフェイス51を通じてMIDIクロックを送信し、MIDIクロックを受信する設定になっている場合は、通信インターフェイス51を通じて受信したMIDIクロックを元に、シーケンサのテンボ等を制御する。通信インターフェイス51は、トランシーバ82が信号を受け付けた際、電気的復調を行い、パケットを復号してデータの宛先を調べ、それが自局宛て或いは一齊同報のデータであれば伝送誤りをチェックし、CPU52にデータを渡す。データが自局宛でなかった場合は、そのデータは無視する。CPU52からデータを送出する場合は、後述するようにそのデータの優先順位に応じた方法でパケットを生成し、それを電気的に変調して、トランシーバ82に出力する。

【0019】図4は、図2の通信インターフェイス21の機能ブロック図である。この回路は全ての局について

共通の構成を持つ。トランシーバによって受信されたパケットは、受信信号としてトランシーバにより送られ、レシーバ211によって電気的に復調され、インターフェイス回路212に与えられる。インターフェイス回路212は後述する手順によってパケットからデータを取り出し、取出されたデータをバスに出力する。トランシーバからは受信信号の他に衝突信号が供給される。衝突信号はインターフェイス回路212に与えられ、信号の衝突検出が行われる。また衝突信号はOR回路213にて受信信号との論理和がとられ、バス上にデータが存在することを示すキャリア信号として、インターフェイス回路212に与えられる。

【0020】データバス8を通じてインターフェイス回路212に与えられるデータは、ここでパケットとして組み立てられ、送信データとしてトランスマッタ214に与えられて電気信号に変換され、送信信号としてトランシーバに出力される。データ転送の際には、キャリア信号と衝突信号とを検出し動作を制御する。インターフェイス回路212の具体的な動作については後述する。

【0021】図5は、この実施例で用いられるデータフレーム構成を示している。プリアンブルPAは例えば8バイト、フレームFRは例えば64バイトである。Priority Ethernet方式でない局では、プリアンブル長、フレーム長共に固定である。DA/SAは、送信先／送信元アドレスであり、LengthはデータDataの長さを示す。CRCは、エラーチェックのための巡回冗長符号コードである。

【0022】図6は、CSMA/CDでの伝搬遅延の様子を示している。伝搬遅延は図示のように、立上り遅延（消失ビット）と定常遅延とからなる。なお立上り遅延時間分の信号は受信回路、衝突検出回路に現れない可能性がある。信号が最遠局に伝搬され、そこで衝突検出してジャム信号が戻されるまでの往復伝搬時間からタイムスロットが定義されることになる。

【0023】図7は、この実施例での各局のパケット送信の様子を示している。ここでは優先度は4段階に設定されている。最も優先度が低いのが優先度0であり、バックグラウンドデータやバルクデータがこれに相当する。次に優先度が高いのが優先度1であり、操作子局1、電子楽器局A2、シーケンサ局5等から送信される演奏データである。これら優先度0、1のパケットは、小さい固定長フレームのPW-CSMA/CD方式で送信される。優先度1の演奏データは、バス上にキャリア信号が検出されなくなった時点から、p-persistentのアルゴリズムによるある乱数値で決定される時間だけ待機した後、転送が開始される。優先度0のバックグラウンドデータ等に対応するパケットは、ある固定のアクセス待ち時間の後に、優先度1のp-persistentによる待ち時間と同じだけ更に待機して転送が開始される。

【0024】これら優先度0、1のパケット送信には、

キャリア検出と同時に衝突検出が行われており、衝突検出の結果によるバックオフにはリニアバックオフアルゴリズムが用いられている。リニアバックオフ方式では、初期ウインドウ幅を例えば10として、k回目（ $k = 1, 2, \dots$ ）のウインドウ幅W(k)が、 $W(k) = k + 9$ に設定され、バックオフ量はこの範囲内の一様乱数となる。よく知られたバックオフアルゴリズムには、衝突の度にウインドウ幅が2倍ずつ増えるバイナリ・イクスピーネンシャルバックオフがあるが、リニアバックオフと比較すると大きく送信が遅れる場合がある。これは、同時に送信しようとするノード数に対してバックオフ量の初期ウインドウ幅が小さいために衝突が多く発生し、再送信が行われにくくなるためと考えられる。

【0025】図7に示すように、同期用クロックの送信には、1-persistent型のPriority Ethernet方式が採用され、リアルタイム演奏データより更に高い優先度が与えられる。これはリアルタイム演奏データに比べるとデータ量は多くないが、伝送タイミングの精度が要求されるためである。実用的な音楽環境における同期用クロックは、絶対時刻／相対時刻の二つで済む場合が多く、高々2段階であれば、これらに独立した優先度を付与することが可能である。ここでは、相対時刻を示すMIDIクロックには優先度2が、絶対時刻を示すSMPTEには最も高い優先度3が与えられている。これにより、全く衝突が生じない状態で同期用クロックの伝送が可能になる。同期用クロックは情報量が少ないため、プリアンブル長とフレーム長の総和を固定長として、プリアンブル長が増えた分フレーム長を縮めても問題なく、これにより高優先度データの伝送効率低下が防止される。

【0026】図8は、図4のインターフェイス回路212のデータ送信の動作を示すフローチャートである。なおこの動作は、全ての局のインターフェイス回路に共通である。ステップ100にてCPUよりデータを受け付けた場合は、ステップ102に進み、レジスタに受け付けた送信データに応じた優先順位を設定する。ここにおいて、SMPTEデータには優先順位3が、MIDIクロックには優先順位2が、MIDIクロックには優先順位2が、リアルタイム演奏データには優先順位1が、バックグラウンドデータには優先順位0がそれぞれ割り当てられる。

【0027】ステップ104では、優先順位が1より大きいか否かが判断され、大きい場合はステップ106で待ち時間を0に、小さい場合はステップ108でp-persistentのアルゴリズムに従い、乱数で決定される待ち時間が設定される。即ち同期用クロックは待ち時間0に設定され、それ以外のデータは優先度に応じた待ち時間が設定される。ステップ110からステップ118までで、キャリア検出、キャリアが検出されない場合の待ち時間カウンタリセット、キャリアが検出されなくなつてからの所定の待ち時間の経過判断等が行われる。

【0028】ステップ120では、Priority Ethernetのためにブリアンブル長を設定している。これによって、優先順位3と2とのブリアンブル長の制御ができる。次に、ステップ122と124では、PW-CSMAの低優先準位のための所定の待ち時間が実現される。ステップ126でパケットの送信を開始する。送信終了までにステップ128で衝突検出が行われると、ジャムパターンの送出(ステップ132)、バックオフ時間の計算(ステップ134)、バックオフ時間待機(ステップ136)という衝突処理がなされて、ステップ110に戻って再度パケット送出が行われる。正常にデータ送出が終了した場合、ステップ130でこれが判断され、ステップ110に戻って次のデータ転送を待つ。

【0029】以上のようにこの実施例では、バックグラウンドデータやバルクデータおよび演奏データの送信をPW-CSMA/CD方式として、これらの中では演奏データに高い優先度を与えることにより、演奏データのリアルタイム伝送が確保される。また同期用クロック伝送にはPriority Ethernet方式を採用することにより、厳密な優先度制御ができる。

## 【0030】

【発明の効果】以上説明したようにこの発明によれば、データの優先度に応じて、PW-CSMA/CD方式と\*

\* Priority Ethernet方式を同時に併用することにより、電子楽器用LANとして有用なリアルタイム伝送用バス型LANが得られる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の一実施例に係るシステム構成を示す図である。

【図2】同実施例の電子楽器局構成を示す図である。

【図3】同実施例のシーケンサ局構成を示す図である。

【図4】同実施例の通信インターフェイス構成を示す図である。

【図5】同実施例のデータフレーム構成を示す図である。

【図6】同実施例のデータフレーム遅延の様子を示す図である。

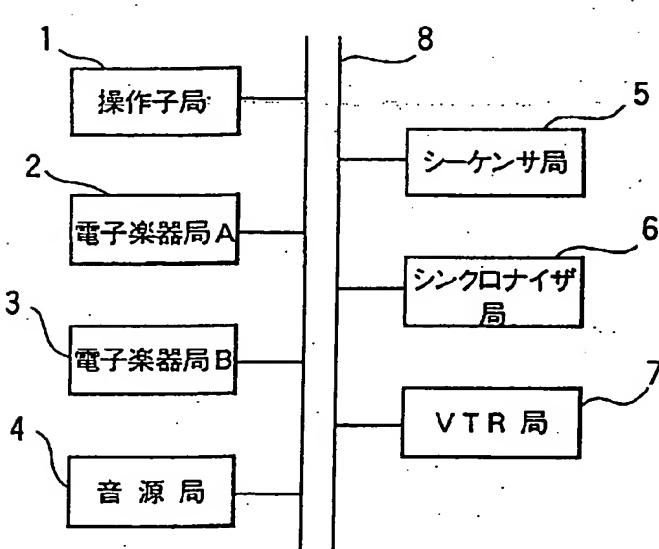
【図7】同実施例のデータ送信の様子を示す図である。

【図8】同実施例のデータ送信動作フローを示す図である。

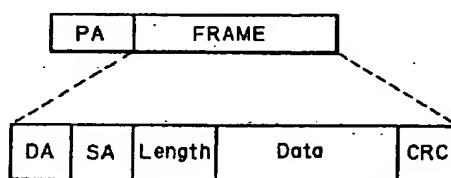
## 【符号の説明】

1…操作子局、2…電子楽器局A、3…電子楽器局B、4…音源局、5…シーケンサ局、6…シンクロナイザ局、7…VTR局、8…バス。

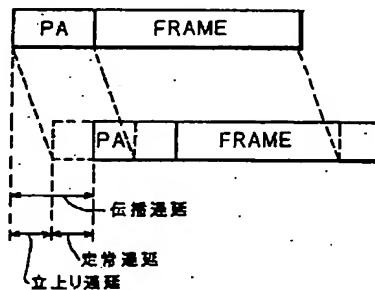
【図1】



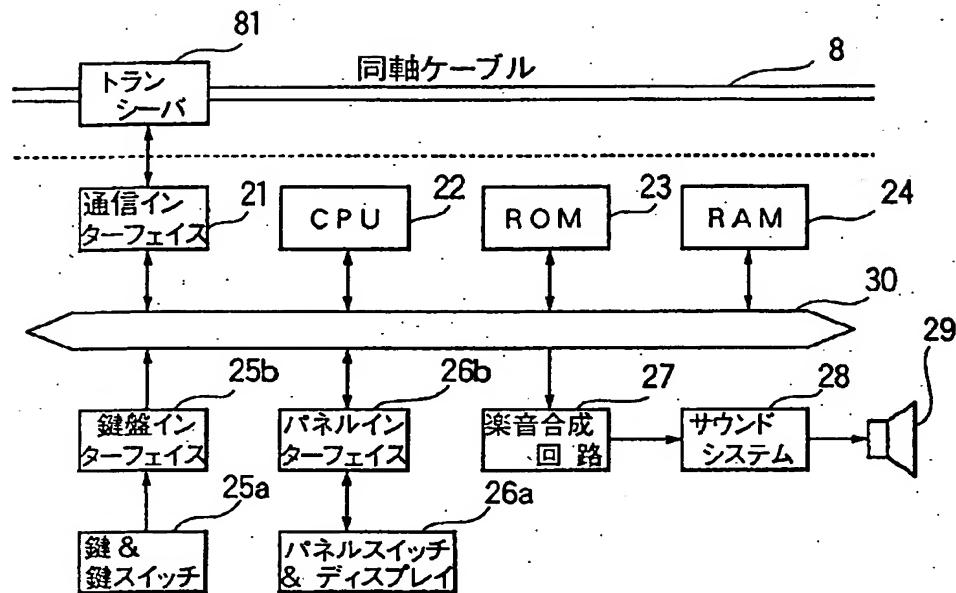
【図5】



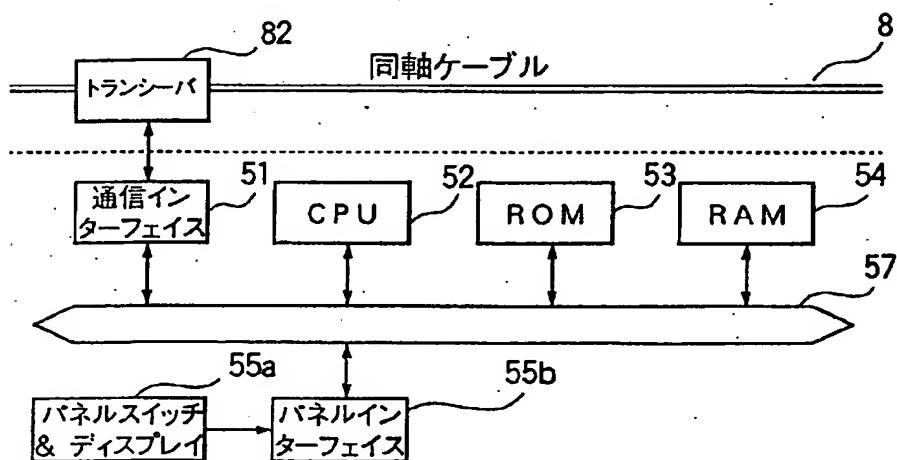
【図6】



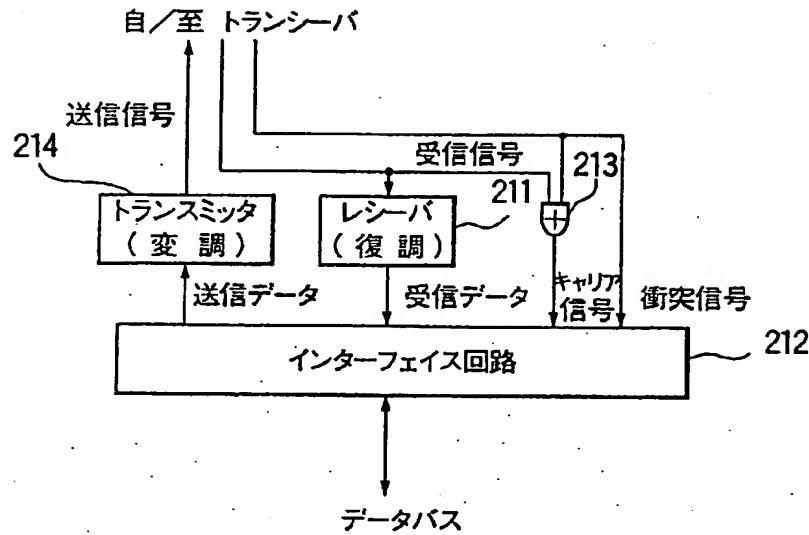
【図2】



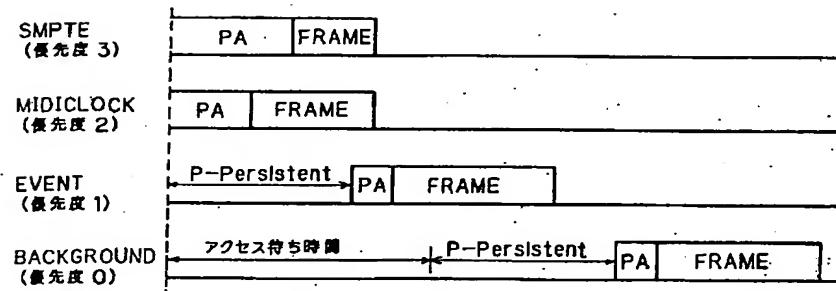
【図3】



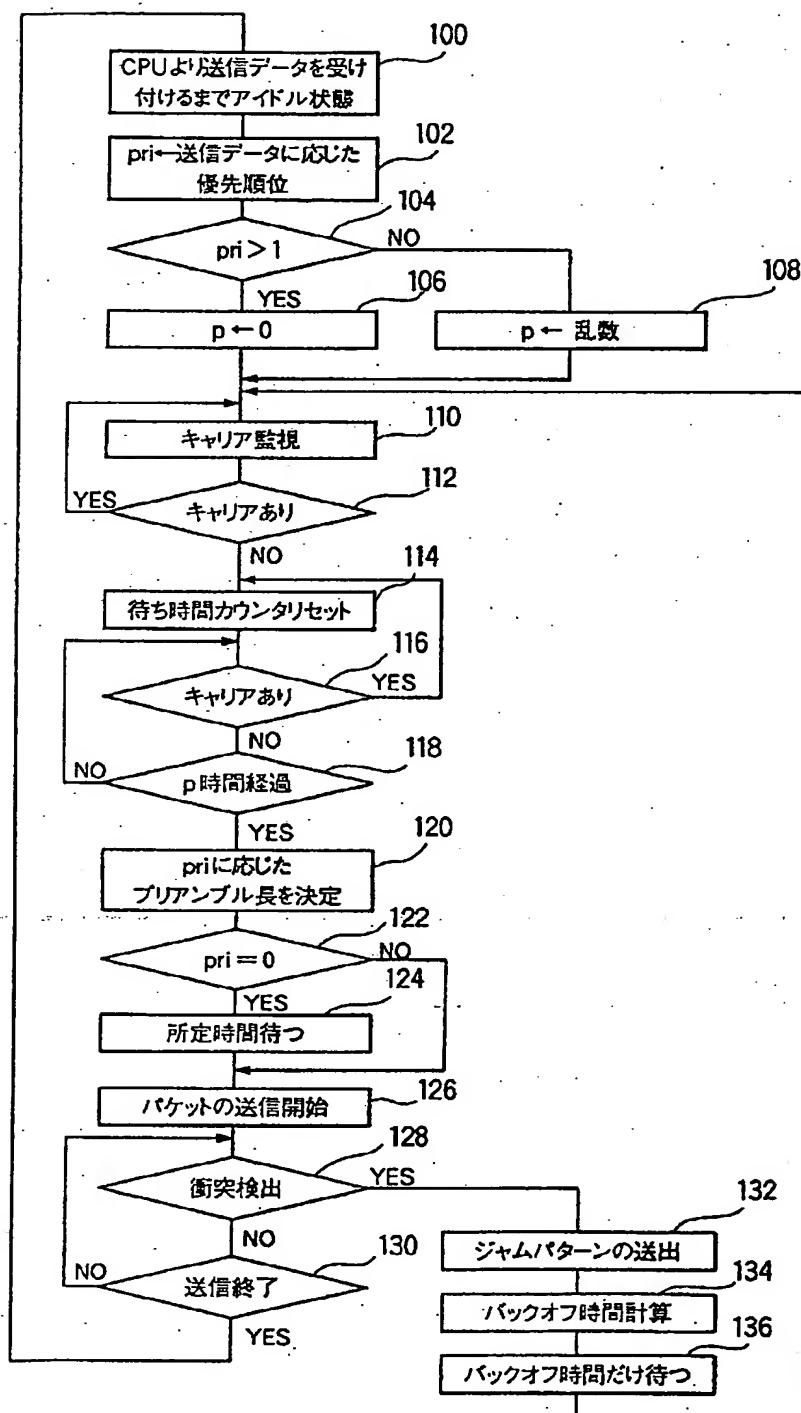
【図4】



【図7】



【図8】



## Machine translation JP6252928

Ac

- (19) **Publication country** Japan Patent Office (JP)  
(12) **Kind of official gazette** Open patent official report (A)  
(11) **Publication No.** JP,6-252928,A  
(43) **Date of Publication** September 9, Heisei 6 (1994)  
(54) **Title of the Invention** Bus formed LAN for a real-time communication link  
(51) **The 5th edition of International Patent Classification**

H04L 12/40  
G10H 1/00 Z 8622-5H

**FI**

H04L 11/00 320 7341-5K

**Request for Examination** Un-asking.

**The number of claims** 3

**Mode of Application** FD

**Number of Pages** 9

(21) **Application number** Japanese Patent Application No. 5-64764

(22) **Filing date** March 1, Heisei 5 (1993)

(71) **Applicant**

**Identification Number** 000004075

**Name** YAMAHA CORP.

**Address** 10-1, Nakazawa-cho, Hamamatsu-shi, Shizuoka-ken

(72) **Inventor(s)**

**Name** Tsurumi Kanehisa

**Address** 10-1, Nakazawa-cho, Hamamatsu-shi, Shizuoka-ken Inside of YAMAHA CORP.

(72) **Inventor(s)**

**Name** Abe Tatsutoshi

**Address** 10-1, Nakazawa-cho, Hamamatsu-shi, Shizuoka-ken Inside of YAMAHA CORP.

(74) **Attorney**

**Patent Attorney**

**Name** Itami \*\*

BEST AVAILABLE COPY

**(57) Abstract**

**Objects of the Invention** It aims at offering LAN for a real-time communication link useful as electrohone application which secured the dependability of real-time transmission by adopting a different transmitting method according to the priority of data, without bringing about decline in transmission efficiency.

**Elements of the Invention** It is the bus formed LAN for a real-time communication link which transmits after connecting with the bus which two or more transmission equipment shares, carrying out carrier sense and checking bus un-using it. Said two or more transmission equipment A means to detect the priority of the data which should be transmitted, when said priority is beyond a predetermined value, after checking un-using of a bus it -- immediately -- or -- with a means to transmit data by the preamble length according to \*\*\*\*\* After checking un-using of a bus it, and taking the latency time according to a priority, it had when said priority is under a predetermined value, a means to transmit data.

**Claim(s)**

**Claim 1** It is the bus formed LAN for a real-time communication link which transmits after connecting with the bus which two or more transmission equipment shares, carrying out carrier sense and checking bus un-using it. Said two or more transmission equipment A means to detect the priority of the data which should be transmitted, and when said priority is beyond a predetermined value after checking un-using of a bus it -- immediately -- or, when said priority is under a predetermined value, a means to transmit data by the preamble length according to \*\*\*\*\*, and Bus formed LAN for a real-time communication link characterized by having a means to transmit data after taking the latency time according to a priority after checking un-using of a bus it.

**Claim 2** Said transmission equipment is bus formed LAN for a real-time communication link according to

claim 1 characterized by keeping total of preamble length and frame length constant.

**Claim 3** Said transmission equipment is bus formed LAN for a real-time communication link according to claim 1 characterized by enlarging window width of the back off at a linear at every collision detection.

---

## Detailed Description of the Invention

### 0001

**Industrial Application** This invention relates to the bus formed LAN for a real-time communication link suitable for real-time applications including the communication link between electrophones.

### 0002

**Description of the Prior Art** A CSMA (Carrier Sense Multiple Access) method is in the basic technique widely known as bus formed LAN of a contention method. After each node performs carrier sense and this checks that a bus is intact, it is a method which starts transmission. There are the following three as a method of the waiting for access at the time of carrier sense.

- If waiting and a bus are vacant in a 1-persistent bus being vacant, it will transmit immediately. Ethernet It is this method.

- After waiting and a bus are vacant in a p-persistent bus being vacant, wait only for the random time amount p and start transmission. By choosing optimized p, it is said that it becomes about throughput 80%.

- When it does not wait for a non-persistent bus to be vacant but a bus is using it, consider that it is \*\*\*\*\* and it carries out the back off.

**0003** In the CSMA method, when a packet receiving side returned a reply signal ACK immediately, the conformity ACK method detected the right or wrong of transmission. The method which aimed at improvement in a throughput by adopting a collision-detection device as the transmitting side of a CSMA method is CSMA/CD (CSMA with Collision Detection). If a transmitting node has a collision, it will suspend transmission promptly, will take out a jam pattern, and will tell a collision to other nodes. Thereby, it is said that 90% or more of throughput is possible.

**0004** When it constitutes electronic comfort dexterous LAN, it is required for two or more sorts of data of a different property to be able to live together. In this case, there is the following in the data considered.

(1) There are two of SMPTE(s) which show the clock MIDI clock for a synchronization and absolute time. For example, II Tempo is 1/480 note (it is about 4ms at II Tempo 120), and SMPTE is 1/4 frame (it is about 8.3ms in s in 30 frames /). Although the demand to delay is the severest, since it generates at fixed spacing, it is a non-dense very much, and low loading. Moreover, although a long data length is not needed with a MIDI clock, real time nature is required.

(2) Generate in performance data asynchronous. There is also real-time CDC of devices, such as a mixer, besides actual performance data. Although it is a non-dense comparatively when it sees as a whole, in the case of a sequencer etc., it becomes a heavy load locally.

(3) Low priority data generated in asynchronous, **such as background data maintenance information and setup information**, . There are an inquiry/a response of the information for displaying the condition of the thing equivalent to the active sense of MIDI (Musical Instrument Digital Interface) and a device on monitor display, the other information about human I/F, and the background. Real time nature is not required of such information.

(4) Large-scale data, such as bulk data sample data. It is not transmitted with directions of a user and does not usually transmit during a performance.

**0005** Considering these various data, installation of a priority control becomes indispensable. As a method which introduced the priority control to the CSMA method, there is the following typically.

- Priority Ethernet -- this is a method which changes preamble length according to a priority. It carries out as **remain / undefeated / even if there is a collision using a long preamble to high priority data**. However, collision detection does not carry out about the part of a preamble. Although the transmission efficiency of high priority data falls, the priority control is trustworthy unless the packet comrade of high priority data collides.

- PW-CSMA/CD (CSMA/CD with Priorized Access Waiting)

Acknowledging Ethernet After checking that carrier sense is set and carried out and there is no carrier, it is the method which delays fixed time amount transmitting initiation according to a priority (that is, the fixed access latency time is given). Priority Ethernet Although it differs and there is no decline in the transmission efficiency of high priority data, fundamentally, it is only making it hard to flow and a positive priority control cannot do low priority data.

**0006** When it takes into consideration treating various data which were mentioned above, in case the method of electronic comfort dexterous LAN is considered, the following design bases are needed.

(a) Transmission of the clock / performance data for a performing **real-time transmission** synchronization should optimize. For that, the transmission efficiency of bulk data etc. may fall somewhat.

(b) Optimization of transmission of the clock / performance data for a thing synchronization with a small transit delay requires that average delay is not made small, but it should excel and big delay should occur. That is, even if it makes some effectiveness in low loading into a sacrifice, it is considered to be the need

with it being concrete that making the maximum delay at the time of a heavy load as small as possible and the transit delay in a music environment are less than 5ms at the maximum. If the maximum MIDI event number per clock is made about into 17, in order to satisfy the transit delay of a maximum of 5ms, as for the transmission time per one event, about (event transmission speed of 5 times or more of MIDI) 200 microseconds becomes a target.

(c) Real-time performance data must not have an error.

Although amending based on the past data is possible even if the clock for a synchronization has a transmission error, performance data do not have effective amendment.

(d) There is little number of being it / a comparatively small-scale network connection, and it is considered to be about 30 sets also by usual or about ten sets, and max. Moreover, it is thought that what is necessary is just to expect about ten nodes which transmit a packet to coincidence at a certain time at the maximum.

**0007** Especially the dependability of real-time transmission is important. Not only in a contention method but in all LANs, the handshake by software is performed on one of hierarchies, and in order to acquire 100% of dependability finally, it depends on software. However, in real-time transmission by electrohone application, by the reason of that it is expected that the multicast communication link of one-pair \*\* is used abundantly like MIDI, and the receiving station to the data which the local station outputted cannot be grasped correctly, being unable to satisfy a transit delay, it cannot depend on the handshake by software and 100% of dependability cannot be acquired. Therefore, the form where it resends only when a transmission error is detected by the hardware of a transmitting side will be taken, and the dependability of transmission is determined by hardware. For this reason, CSMA/CD with a collision-detection function becomes indispensable.

**0008**

**Problem(s) to be Solved by the Invention** As mentioned above, considering constituting electronic comfort dexterous LAN using the existing method, its PW-CSMA/CD is the certainty of a priority control inadequate although there is no transmission degradation of high priority data, and it is Priority. Ethernet By the method, although the priority control is trustworthy, there is a problem that the transmission efficiency of high priority data falls in order to use a long preamble for high priority data. This invention was made in view of the above-mentioned point, and it aims at offering LAN for a real-time communication link useful as electrohone application which secured the dependability of real-time transmission by adopting a different transmitting method according to the priority of data, without bringing about decline in transmission efficiency.

**0009**

**Means for Solving the Problem** This invention is bus formed LAN for a real-time communication link which is connected to the bus which two or more transmission equipment shares, and transmits after carrying out carrier sense and checking bus un-using it. A means by which said two or more transmission equipment detects the priority of the data which should be transmitted, and when said priority is beyond a predetermined value after checking un-using of a bus it -- immediately -- or -- a means to transmit data by the preamble length according to \*\*\*\*\*, and when said priority is under a predetermined value, after checking un-using of a bus it, after taking the latency time, according to a priority, it is characterized by having a means to transmit data.

**0010**

**Function** The transmission equipment treating two or more sorts of data which the transmission equipment which treats two or more sorts of data belonging to a low priority in this invention performs the transmission control by PW-CSMA/CD of a p-persistent mold, and belong to a high priority is Priority of a 1-persistent mold. Ethernet The transmission control by the method is performed. For example, in electrohone application, performance data have much number and it concentrates them at a stretch in many cases. On the other hand, although bulk data, such as background data, tone data, etc., such as maintenance information, are extensive, a transit delay is seldom made into a problem. Then, in order to give priority to transmission of a lot of real-time data like performance data to background data or bulk data, performance data are transmitted as high priority data in PW-CSMA/CD of a p-persistent mold, and background data and bulk data are transmitted as low priority data in PW-CSMA/CD of a p-persistent mold. And it is Priority of a 1-persistent mold as high priority data to which the clock for a synchronization which does not have so much amount of data is made as for a still stricter priority control although precision is required. Ethernet It transmits with a method. Thus, by changing a transmission-control method with the priority of the data which should be transmitted, data transmission with the high dependability suitable for a real-time application becomes possible.

**0011**

**Example** Hereafter, the example of this invention is explained, referring to a drawing. Drawing 1 is a system configuration concerning one example of this invention. As shown in drawing, the handler station 1, the electrohone station A2, the electrohone station B3, the sound-source station 4, the sequencer station 5, the synchronizer station 6, and VTR station 7 grade are connected to a bus (coaxial cable) 8. The transceiver which is not illustrated is attached in a bus 8 in connection, and each station is connected there by the cable.

0012 The handler station 1 is equipped with a keyboard etc. and sends out real-time performance data according to a performance of a player. The electrohone office A2 is equipped with the control panel which sets up \*\*, such as a musical-sound composition circuit, tone information, etc. which compound the keyboard for a performance, and musical sound, the sequencer which carries out record playback of the sequence information, sends out real-time performance data, a MIDI clock, background data, bulk data, etc., and receives the same thing. In addition, sending out/reception of a MIDI clock are alternatively chosen by setup of the electrohone station A2. The electrohone station B3 is the same configuration as the electrohone station A2. However, you may not have a sequencer etc.

0013 The sound-source station 4 is equipped with the musical-sound composition circuit which compounds musical sound, sends out background data, bulk data, etc., and receives real-time performance data, background data, bulk data, etc. The sequencer office 5 is equipped with the sequencer which carries out record playback of the sequence information, such as a performance, sends out real-time performance data and a MIDI clock, and receives the same thing. In order that the synchronizer station 6 may take the synchronization of a MIDI device, VTR, etc., it sends out a MIDI clock and SMPTE and receives SMPTE. SMPTE, a MIDI clock, and real-time performance data are real-time data above, and background data and bulk data are non real-time data.

0014 Drawing 2 is the internal-block Fig. of the electrohone office A2 in drawing 1 . The lower part of a broken line shows the electrohone station A2. The data which flow a bus 8 top are taken out by the transceiver 81, and are given to the communication link interface 21. CPU22 controls the keyboard section 25, the panel section 26, and the musical-sound composition circuit 27, using RAM24 as temporary storage memory according to the control program memorized by ROM23. When a player operates a key, key switch 25a is turned on / turned off, and if keyboard interface 25b detects the condition, an interrupt signal will be generated to CPU22. When panel switch 26a is similarly operated, an interrupt signal is generated by panel interface 26b. When each interrupt signal is received, based on the information following it, CPU22 changes the condition of electrohone or directs musical-sound generating initiation / termination in the musical-sound composition circuit 27.

0015 CPU22 performs actuation as a sequencer based on the program memorized by ROM23 above else. At the time of record of sequence data, the real-time performance data from the real-time performance of a keyboard 25, step placing from a panel 26, and the communication link interface 21 are written in RAM24 as sequence data. The data memorized by RAM24 at the time of playback of sequence data are outputted to the musical-sound composition circuit 27 or the communication link interface 21 as real-time performance data. Moreover, when it is a setup which was measured by CPU22 when the electrohone office A2 had become a setup which transmits a MIDI clock and which transmits a MIDI clock through the communication link interface 21 for every time amount, and receives a MIDI clock, II Tempo of the sequencer inside electrohone etc. is controlled based on the MIDI clock received through the communication link interface 21.

0016 The musical-sound composition circuit 27 forms a musical-sound signal according to the directions from CPU22, and carries out sound emission of the musical sound from a loudspeaker 29 through a sound system 28. When a transceiver 81 receives a signal, the communication link interface 21 performs an electric recovery, decodes a packet, investigates the destination of data, if it is data of addressing to a local station, or the simultaneous multiple address, will check a transmission error and will pass data to CPU22. The data is disregarded when data are not addressing to a local station. When it sends out data from CPU22, a packet is generated by the approach according to the priority of the data so that it may mention later, it is modulated electrically, and it outputs to a transceiver 81.

0017 Drawing 3 is the internal-block Fig. of the sequencer office 5 in drawing 1 . The lower part of a broken line shows the sequencer station 5. The data which flow a bus 8 top are taken out by the transceiver 82, and are given to the communication link interface 51. It controls sequencer actuation according to actuation of the panel section 55, RAM54 being used for CPU52 as temporary storage memory and sequence data memory according to the sequencer control program memorized by ROM53. When panel switch 55a is operated, an interrupt signal is generated by panel interface 55b. CPU52 changes the operating state of a sequencer based on the information following it, when an interrupt signal is received.

0018 When it is a setup which was measured by CPU52 when the sequencer office 5 had become a setup which transmits a MIDI clock and which transmits a MIDI clock through the communication link interface 51 for every time amount, and receives a MIDI clock, II Tempo of a sequencer etc. is controlled based on the MIDI clock received through the communication link interface 51. When a transceiver 82 receives a signal, the communication link interface 51 performs an electric recovery, decodes a packet, investigates the destination of data, if it is data of addressing to a local station, or the simultaneous multiple address, will check a transmission error and will pass data to CPU52. The data is disregarded when data are not addressing to a local station. When it sends out data from CPU52, a packet is generated by the approach according to the priority of the data so that it may mention later, it is modulated electrically, and it outputs to a transceiver 82.

0019 Drawing 4 is the functional block diagram of the communication link interface 21 of drawing 2 . This circuit has a configuration common about all stations. The packet received by the transceiver is sent by the transceiver as an input signal, and it gets over electrically and it is given to an interface circuitry 212 by the

receiver 211. An interface circuitry 212 takes out data from a packet with the procedure mentioned later, and outputs the taken-out data to a bus. From a transceiver, the collision signal other than an input signal is supplied. A collision signal is given to an interface circuitry 212 and collision detection of a signal is performed. Moreover, an OR with an input signal is taken by OR circuit 213, and a collision signal is given to an interface circuitry 212 as a carrier signal which shows that data exist on a bus.

**0020** The data given to an interface circuitry 212 through a data bus 8 are assembled as a packet here, are given to a transmitter 214 as transmit data, are changed into an electrical signal, and are outputted to a transceiver as a sending signal. In the case of data transfer, a carrier signal and a collision signal are detected and actuation is controlled. About concrete actuation of an interface circuitry 212, it mentions later.

**0021** Drawing 5 shows the data frame configuration used in this example. Preamble PA is 8 bytes and Frame FR is 64 bytes. Priority Ethernet In the station which is not a method, preamble length and frame length are immobilization. DA/SAs are a transmission place / transmitting agency address, and are Length. Data Data Die length is shown. CRC is a cyclic-redundancy-code code for error checking.

**0022** Drawing 6 shows the situation of the propagation delay in CSMA/CD. A propagation delay consists of rise delay (disappearance bit) and stationary delay like illustration. In addition, the signal for rise delay time amount may not appear in a receiving-circuit . collision-detection circuit. A signal will spread to the maximum \*\* office and a time slot will be defined from a both-way travelling period until it carries out collision detection there and a jamming signal is returned.

**0023** Drawing 7 shows the situation of packet transmission of each station in this example. Here, the priority is set as four steps. A priority 0 has the lowest priority and background data and bulk data are equivalent to this. Next, a priority 1 has a high priority and it is performance data transmitted from the handler station 1, the electrohone station A2, and sequencer station 5 grade. The packet of these priorities 0 and 1 is transmitted by PW-CSMA/CD of a small fixed-length frame. A transfer is started after only the time amount as which the performance data of a priority 1 are determined with a certain random-number value by the algorithm of p-persistent from the time of a carrier signal no longer being detected on a bus stands by. the packet corresponding to the background data of a priority 0 etc. is the same as the latency time by p-persistent of a priority 1 after the access \*\*\*\* time amount of a certain immobilization -- it \*\* and also stands by and a transfer is started.

**0024** Collision detection is performed to Carrier Detect and coincidence at packet transmission of these priorities 0 and 1, and the linear back-off algorithm is used for the back off by the result of collision detection. By the linear back-off method, initial window width is set to 10, k-th window width ( $k = 1, 2, \dots$ ) W(k) is set as  $W(k) = k+9$ , and the amount of back off serves as a uniform random number within the limits of this. Although there is the binary IKUSUPONENSHARU back off whose window width increases every 2 times at every collision in the back-off algorithm known well, as compared with the linear back off, transmission may be greatly overdue. To the number of nodes which it is going to transmit to coincidence, since the initial window width of the amount of back off is small, a collision occurs mostly, and this is considered because retransmission of message becomes is hard to be performed.

**0025** As shown in drawing 7 , in transmission of the clock for a synchronization, it is PriorityEthernet of a 1-persistent mold. A method is adopted and a priority still higher than real-time performance data is given. Although the amount of data does not have much this compared with real-time performance data, it is because the precision of transmission timing is required. The clock for a synchronization in a practical music environment can be absolutely managed with two, time of day / relative time of day, in many cases, and if it is at most two steps, it can give the priority which became independent to these. Here, the highest priority 3 is given to SMPTE a priority 2 indicates time of day to be to the MIDI clock in which relative time of day is shown absolutely. Thereby, transmission of the clock for a synchronization is attained in the condition that a collision does not arise at all. Since the clock for a synchronization has little amount of information, even if it draws in its part frame length whose preamble length increased, thereby, the transmission degradation of high priority data is prevented satisfactory by making total of preamble length and frame length into a fixed length.

**0026** Drawing 8 is a flow chart which shows actuation of data transmission of the interface circuitry 212 of drawing 4 . In addition, this actuation is common to the interface circuitry of all stations. When data are received from CPU at step 100, it progresses to step 102 and the priority according to the transmit data received to the register is set up. here -- setting -- SMPTE data -- priority 3 -- a MIDI clock -- priority 2 -- priority 1 is assigned to real-time performance data, and priority 0 is assigned to background data for priority 2 at a MIDI clock, respectively.

**0027** At step 104, it is judged whether priority is larger than 1, and when large, the latency time determined **step 106** as it by random numbers according to the algorithm of p-persistent by step 108 in the latency time when small to 0 is set up. That is, the clock for a synchronization is set as the latency time 0, and the latency time **data / other** according to a priority is set up. At step 110 to the step 118, latency-time counter reset in case Carrier Detect and a carrier are not detected, a progress judgment of the predetermined latency time of since a carrier is no longer detected, etc. are made.

**0028** At step 120, it is Priority. Ethernet Preamble length is set as a sake. By this, control of preamble length with priority 3 and 2 can be performed. Next, at steps 122 and 124, the predetermined latency time

for the low priority level of PW-CSMA is realized. Transmission of a packet is started at step 126. If collision detection is performed at step 128 by transmitting termination, sending out (step 132) of a jam pattern, count (step 134) of back-off time amount, and collision processing called back-off time amount standby (step 136) will be made, it will return to step 110, and packet sending out will be performed again. When data forwarding is completed normally, this is judged at step 130, and it returns to step 110, and waits for the next data transfer.

**0029** In this example, real-time transmission of performance data is secured as mentioned above by giving a high priority in these to performance data by making transmission of background data, bulk data, and performance data into PW-CSMA/CD, and adopting a linear back-off algorithm. Moreover, in clock transmission for a synchronization, it is Priority. Ethernet A strict priority control is made by adopting a method.

**0030**

**Effect of the Invention** As explained above, according to this invention, the priority of data is embraced, and they are PW-CSMA/CD and Priority. Ethernet By using a method together to coincidence, the bus formed LAN for real-time transmission useful as an electronic comfort dexterous LAN is obtained.

---

#### Brief Description of the Drawings

**Drawing 1** It is drawing showing the system configuration concerning one example of this invention.

**Drawing 2** It is drawing showing the electrohone station configuration of this example.

**Drawing 3** It is drawing showing the sequencer station configuration of this example.

**Drawing 4** It is drawing showing the communication link interface configuration of this example.

**Drawing 5** It is drawing showing the data frame configuration of this example.

**Drawing 6** It is drawing showing the situation of data frame delay of this example.

**Drawing 7** It is drawing showing the situation of data transmission of this example.

**Drawing 8** It is drawing showing the data send-action flow of this example.

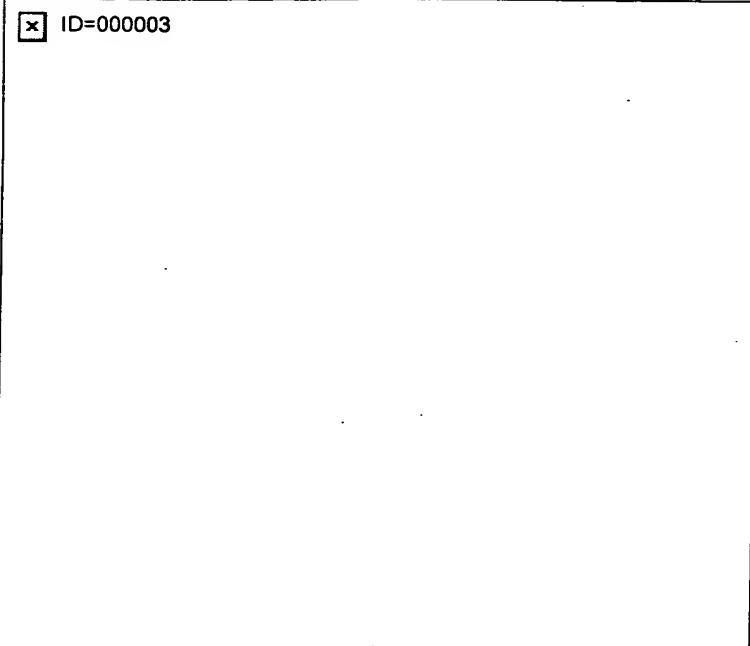
#### Description of Notations

1 -- A sound-source station, 5 / -- A sequencer station, 6 / -- A synchronizer station, 7 / -- A VTR station, 8 / -- Bus. -- A handler station, 2 -- The electrohone station A, 3 -- The electrohone station B, 4

---

#### Drawing 1

ID=000003



#### Drawing 5

ID=000007



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**